



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 312 294**

⑫ Número de solicitud: 200802191

⑮ Int. Cl.:
F03B 13/16 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **18.07.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2009**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.02.2009

⑰ Solicitante/s: **Universidad de Cantabria**
Pabellón de Gobierno
Avda. de los Castros, s/n
39005 Santander, Cantabria, ES

⑱ Inventor/es: **Eguíluz Morán, Luis Ignacio y**
Lavadero González, José Carlos

⑳ Agente: **No consta**

㉔ Título: **Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad.**

㉖ Resumen:

Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, que se constituye por una envolvente estanca (19), en cuyo interior quedan encapsulados unos generadores eléctricos cuyos estatores/carcasas (1) son solidarios a la envolvente (19); mientras que sus rotores (2) y unos contrapesos (5) son solidarios con un eje (4), montado en el interior de la envolvente (19), a lo largo de ésta y con posibilidad de giro libre; de manera que, el movimiento de la envolvente (19) producido por el oleaje marino, se transmite a las carcasas/estator (1) de los generadores que se mueven con aquélla; mientras que los rotores (2) permanecen casi fijos, al mantenerse posicionados en verticalidad por la acción de la gravedad.

ES 2 312 294 A1

DESCRIPCIÓN

Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad.

5 Sector de la técnica

Se han desarrollado múltiples dispositivos para el aprovechamiento de la energía del mar y más concretamente de la energía de las olas.

10 La presente invención está enmarcada en este sector de la técnica, tratándose de un nuevo aparato del tipo de los denominados generadores energéticos del oleaje, identificados por el acrónimo "GEO".

Estado de la técnica

15 Los GEO son dispositivos que transforman la energía del oleaje en otra energía, normalmente eléctrica; además deben ser capaces de resistir los embates del mar y funcionar eficientemente para las amplias gamas de frecuencia y de amplitud de las olas.

20 Existen muchas modalidades de GEO que permiten obtener energía del oleaje, si bien, actualmente, no se ha seleccionado un modelo concreto para el desarrollo industrial, es decir, éstos aún no han alcanzado la madurez tecnológica.

En general, los GEO están fundamentados en una de las siguientes técnicas de absorción de la energía:

25 A.- Del empuje de la ola.

B.- De la variación de la altura de la ola.

C.- Por la variación de la presión bajo la superficie de la ola.

30 Normalmente, existe una doble conversión energética, una conversión inicial o primaria, seguida de una conversión secundaria.

35 En la conversión primaria, la energía de la ola es captada mediante sistemas mecánicos, hidráulicos o neumáticos, convirtiendo el oleaje en el movimiento de un cuerpo o en la circulación de un fluido. En la conversión secundaria, los movimientos mecánicos, hidráulicos o neumáticos se transforman en energía utilizable, generalmente en energía eléctrica.

40 Existe un gran número de dispositivos diseñados para el aprovechamiento de este tipo de energía del oleaje, en contraste con cualquier otro tipo de energía renovable. Una clasificación de los dispositivos GEO actuales, es:

- Totalizadores.- Son dispositivos situados en perpendicularidad con respecto a la dirección de avance de la ola y preparados para atrapar la ola, almacenando el agua en una presa elevada. El agua almacenada se hace pasar después por unas turbinas.
- 45 • De bombeo.- Se trata de sistemas que aprovechan el movimiento vertical de las partículas del agua, para crear un sistema de bombeo, mediante un flotador y una manguera elástica.
- Hidráulicos.- Son sistemas de flotadores conectados entre sí. El más popular es el conocido como "Duck" o "Pato Salter". consistente en un flotador, cuya sección más estrecha se enfrenta a la ola con el fin de absorber su movimiento lo mejor posible.
- 50 • De columna oscilante.- En estos dispositivos, la oscilación del agua dentro de una cámara parcialmente sumergida y abierta por debajo del nivel del mar, produce un cambio de presión del aire por encima del agua.
- 55 • Basculantes.- El movimiento de balanceo se convierte, a través de un sistema mecánico o hidráulico, en un movimiento lineal o rotativo que se aplica a un generador eléctrico. Pueden ser tanto flotantes como sumergidos.

60 Dentro del concepto general de los dispositivos basculantes, la Patente de Estados Unidos número US4300871 describe un aparato que se compone por una correlación de compartimentos dispuestos uno seguido de otro a lo largo de un cable de soporte, incorporando cada compartimiento una serie de mecanismos giroscópicos. Por el PCT WO2008/051642 se conoce un aparato que dentro de un cuerpo esférico incorpora un péndulo giratorio que acciona a un generador eléctrico. La patente española 200402948, describe varios diseños de máquinas eléctricas oscilantes, 65 apropiadas para la transformación de la energía primaria de las olas, directamente, en energía eléctrica.

La obtención de energía de las olas es la fuente energética marina emergente que mayor interés está originando en los países que disponen de este recurso. Ahora bien, aunque existe un elevado número de prototipos de distintas tecno-

logías en fase de pruebas, no se ha logrado, hasta ahora, un estado de madurez suficiente para desarrollos comerciales, necesitando un fuerte impulso en I+D+i.

Los parques de oleaje de mediana potencia (del orden de algunos megavatios), podrán explotarse comercialmente a medio plazo, mientras que los grandes (del orden de cientos de megavatios) se desarrollarán a más largo plazo.

Las mejoras que deben abordarse en los GEO, son:

- Su integración eficiente en la red eléctrica.
- La mejora en los rendimientos de los equipos.
- Su robustez, para poder soportar temporales extremos.

Objeto de la invención

Se trata de un aparato para convertir en energía eléctrica, la energía del oleaje “*offshore*”. Este aparato puede funcionar tanto flotante como sumergido, con un movimiento relativo inercial, basado en un sistema pendular simple, que posibilita la conversión directa de la energía de las olas en energía eléctrica, es decir, no existe una doble conversión energética. Todos los elementos del convertidor de energía están encapsulados y, por tanto, sin contacto con el agresivo medio marino.

El aparato se constituye por una envolvente estanca, con un diseño que le confiere un carácter inestable en el sentido de la ola -cabecero-, de manera que se facilite al máximo su oscilación. Asimismo, dispone de un sistema de quillas, con un doble objeto: por una parte, amortiguar el movimiento de balance perpendicular al sentido de la ola, y por otro, para la conveniente orientación de la envolvente a fin de obtener la máxima energía del oleaje; esto último, ayudado por el sistema de sujeción de la envolvente al suelo marino.

La envolvente se subdivide en su interior en dos compartimentos estancos, uno superior, en el que van instalados todos los componentes del sistema de generación, y el otro inferior, que conforma un depósito regulable de agua, cuyo objetivo es potenciar la inestabilidad de la envolvente y regular su grado de inmersión.

En el compartimiento superior se aloja un conjunto de generadores eléctricos cuyas carcasas/estatores van unidas al armazón de la envolvente, mientras los rotores permanecen prácticamente fijos. Los estatores constituyen la parte móvil de los generadores.

Los rotores junto con unos contrapesos van montados, solidariamente, sobre un eje que puede girar libremente respecto de la envolvente mediante unos cojinetes; de manera que, por gravedad, el conjunto eje-rotores-contrapesos, tiende a mantener una posición vertical, mientras el estator basculará junto a la envolvente por la acción de las olas.

El aparato generador se complementa con un sistema acondicionador de la energía eléctrica, constituido por unos equipos rectificadores, almacenadores de energía y onduladores, a cuya salida se obtiene energía eléctrica a la tensión y frecuencia industrial en baja tensión (BT). Un transformador BT/MT y una celda de media tensión (MT) permiten la interconexión de varias envolventes y la exportación de energía a la red eléctrica mediante un cable submarino.

De esta forma el aparato objeto de la presente invención, ofrece una realización en la que el convertidor de energía esta encapsulado y, por lo tanto, sin contacto con el agresivo medio marino.

Además, la construcción del objeto de la invención es compacta y robusta, capaz de soportar temporales marinos extremos; mientras que la singular concepción del generador eléctrico permite que se alcance un alto rendimiento de generación a todos los regímenes de oleaje, lo que se traduce en unas importantes mejoras frente a las soluciones desarrolladas hasta ahora.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra una perspectiva del objeto de la invención.

La figura 2 muestra la vista en alzado del objeto de la invención.

La figura 3 muestra la vista lateral izquierda del objeto de la invención.

La figura 4 muestra la sección longitudinal A-A', indicada en la figura 3.

La figura 5, muestra la sección transversal B-B', indicada en la figura 2.

La figura 6 muestra -en perspectiva y de forma esquemática- un parque de oleaje, constituido por varias unidades del objeto de la invención.

Descripción detallada de la invención

Las figuras 4 y 5 detallan las secciones longitudinal y transversal de la invención, para el caso particular de cuatro unidades de generación eléctrica (GE); si bien, en general, podría contener mayor o menor número, de acuerdo con aspectos de viabilidad técnico-económica y valor del recurso del oleaje en el emplazamiento.

El aparato objeto de la invención presenta una carcasa envolvente (19) que está dividida en dos compartimentos estancos. Uno, superior (22), ocupado por la sala de generación y que dispone de una puerta (21) de acceso al compartimiento (22), para su mantenimiento y puesta a punto. El segundo compartimiento (16), dispuesto en la parte inferior de la envolvente (19), queda separado del primero mediante un tabique horizontal (23). Este compartimiento inferior (16) se constituye en un depósito de agua marina regulable a través de una motobomba (18) y una entrada-salida (17) de agua al depósito (16). El depósito constituido por el compartimiento inferior (16) tiene por objeto potenciar la inestabilidad del aparato, así como permitir su inmersión a la profundidad establecida por un sistema de control de generación (10).

Cada una de las unidades de generadores eléctricos (GE) funciona bajo del principio de estator/carcasa móvil y rotor prácticamente fijo. En efecto, la carcasa (1) del generador está sólidamente sujeta a la estructura de la envolvente (19) por medio de unos travesaños (3); por lo tanto, el estator constituye la parte móvil del generador.

El rotor (2) de cada generador, constituye la parte fija del generador. Un eje (4) atraviesa toda la sección longitudinal del aparato, siendo solidario con los rotores (2) de los generadores y con unos lastres o contrapesos (5) que cuelgan de él. Dicho eje (4), está sujeto a la envolvente (19) mediante una estructura metálica radial (6) y dos apoyos extremos (7). El conjunto formado por el eje (4), los rotores (2) y los contrapesos (5) puede girar libremente a través de un conjunto de cojinetes dispuestos en las estructuras metálicas que lo soportan (6 y 7). De esta forma, el conjunto está sometido a la acción de la gravedad, tendiendo a permanecer en posición vertical, de forma independiente de la posición de la envolvente (19), que está sometida a la acción del oleaje.

La envolvente (19) va provista de un par de quillas (24) y de unos cáncamos de amarre (20); las quillas direccionan la envolvente con el sentido del oleaje y la estabilizan frente al movimiento, no deseado, de balance perpendicular al oleaje. Por otra parte, el sistema de fijación de la envolvente al fondo marino, mantiene el correcto posicionamiento, e impide el contacto entre ellas, cuando forman parte de un parque de oleaje (Figura 6).

Los generadores tienen unos cables de salida eléctrica (8) que son de una longitud suficiente como para compensar las oscilaciones del estator, sin dañarse y se canalizan desde cada generador hasta el sistema de acondicionamiento de la energía eléctrica (9).

Por el régimen de funcionamiento oscilatorio de los generadores, su señal de salida es de amplitud y de frecuencia variables; por lo tanto, el sistema acondicionador de la energía eléctrica (9) consistirá en equipos rectificadores, almacenadores de energía y ondulatorios, cuya salida será energía eléctrica a la tensión y frecuencia industrial en BT. Un transformador trifásico BT/MT (11) acondicionará los parámetros de la potencia a los requeridos para la exportación de la energía. Cuando se trate de un parque de oleaje de varios GEO, cada envolvente dispondrá de una celda de MT, para la interconexión de los diversos GEO. La evacuación de la energía se realiza a través de un cable submarino (12).

Cada uno de los elementos del sistema de generación, dispondrá de los dispositivos correspondientes de protección, medida y control. En este sentido se ha previsto la existencia de un equipo de comunicaciones (13), con una antena emisora- receptora (14) para el control de generación. Asimismo, dispone de un control manual para ajuste y puesta a punto de todo el sistema.

El aparato dispone de balizas de señalización (15) para la indicación de su posición.

El cabeceo de la envolvente (19), originado por el oleaje, produce un movimiento relativo entre el inducido y el inductor de los generadores alojados en su interior, generándose energía eléctrica.

En el aparato generador de electricidad objeto de la invención, la transformación de la energía del oleaje en energía eléctrica es directa, es decir, sin dispositivo convertidor, mecánico, neumático o hidráulico, entre la envolvente (19) y los generadores eléctricos.

Por otra parte, la envolvente (19) irá anclada al fondo marino y tendrá la posibilidad de sumergirse parcial o totalmente; la inmersión parcial, para conseguir el máximo aprovechamiento para cada estado del mar, y la total, en previsión de los efectos catastróficos sobre los equipos, cuando se originen fuertes temporales que podrían ocasionar su deterioro, desamarre o, incluso, su destrucción.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, **caracterizado** porque se constituye por una envolvente estanca (19), en cuyo interior quedan encapsulados unos generadores eléctricos cuyos estatores/carcasas (1) son solidarios a la envolvente (19); mientras que sus rotores (2) y unos contrapesos (5) son solidarios con un eje (4), montado en el interior de la envolvente (19), a lo largo de ésta y con posibilidad de giro libre; de manera que, el movimiento de la envolvente (19) producido por el oleaje marino, se transmite a las carcasas/estator (1) de los generadores que se mueven con aquélla; mientras que los rotores (2) permanecen casi fijos, al mantenerse posicionados en verticalidad por la acción de la gravedad.

2. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque la envolvente (19) esta dividida en dos compartimientos superior e inferior, de los cuales el compartimiento superior (22) está ocupado por la sala de generación; mientras que el inferior (16) se constituye en un depósito de agua marina selectivamente regulable en su volumen, para potenciar la inestabilidad del aparato y permitir su inmersión a una profundidad establecida por el sistema de control de generación (10).

3. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque la envolvente (19) va provista de un par de quillas (24) y de unos cáncamos de amarre (20); las quillas direccionan la envolvente con el oleaje y la estabilizan frente al movimiento de balance perpendicular al sentido del oleaje; mientras que, el sistema de fijación de la envolvente al suelo marino, mantiene el correcto posicionamiento de la envolvente, e impide el contacto entre ellas, cuando forman parte de un parque de oleaje.

4. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque los generadores eléctricos, poseen unos cables de salida (8) de longitud suficiente como para compensar las oscilaciones de la carcasa/estator (1) de cada generador; dichos cables de salida eléctrica (8) están canalizados hasta un sistema (9) de acondicionamiento de la energía eléctrica, constituido por los correspondientes dispositivos rectificadores, almacenadores de energía y onduladores, a cuya salida se obtiene una energía eléctrica trifásica equilibrada de frecuencia industrial, en baja tensión.

5. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera y cuarta reivindicaciones, **caracterizado** porque además del equipo (9) de acondicionamiento de la energía eléctrica se ha previsto la existencia de un transformador trifásico (11) y una celda de media tensión para acondicionar los parámetros de la potencia, la interconexión de envolventes y la evacuación de la energía eléctrica a través de un cable submarino (12).

6. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque dentro de la envolvente (19) irán dispuestos los correspondientes equipos de protección y medida, un equipo de comunicaciones (13) y un sistema de control de generación (10).

7. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque se ha previsto que incorpore una baliza de señalización (15) para la indicación de su posición en el mar.

8. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque, según una realización preferente, el eje (4) está sujeto a la envolvente (19) mediante una estructura radial (6) y dos apoyos extremos (7), en relación con los cuales se disponen cojinetes que posibilitan el libre giro del eje (4).

9. Aparato para convertir la energía del oleaje en electricidad, en todo de acuerdo con la primera y segunda reivindicaciones, **caracterizado** porque en relación con el compartimiento superior (22) de la envolvente (19) va dispuesta una puerta (21) para las labores de mantenimiento y puesta a punto.

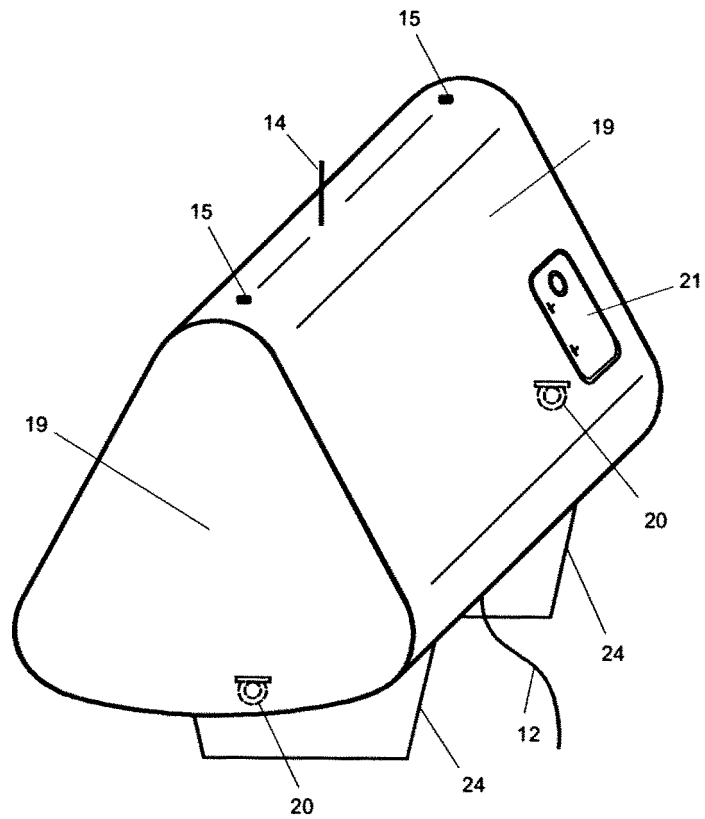


Figura 1

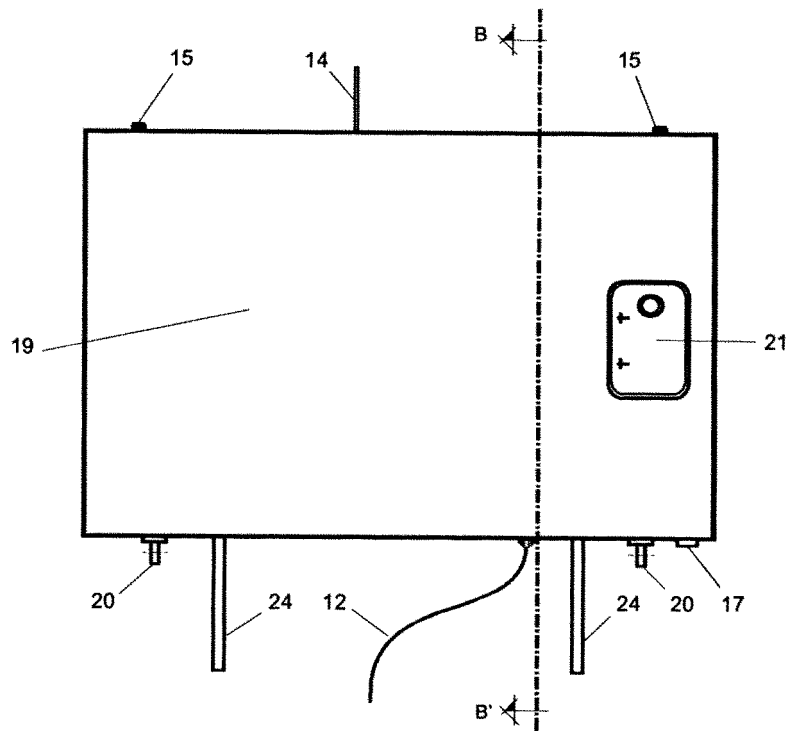


Figura 2

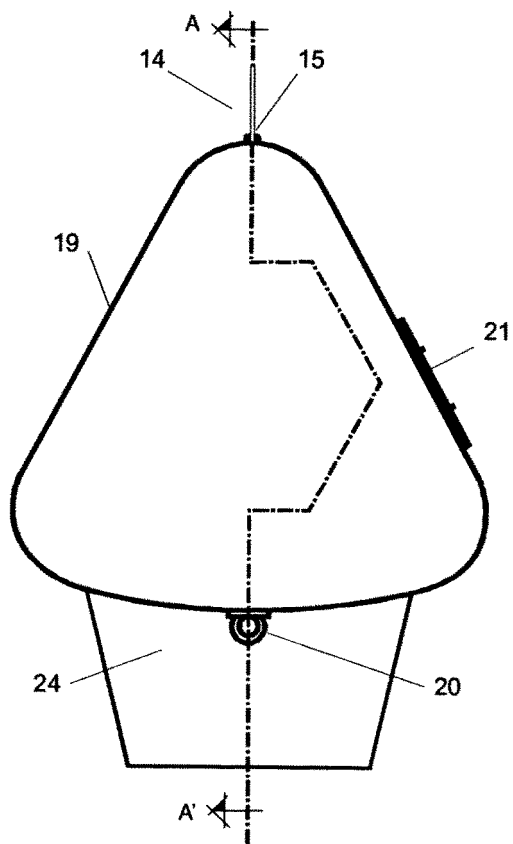


Figura 3

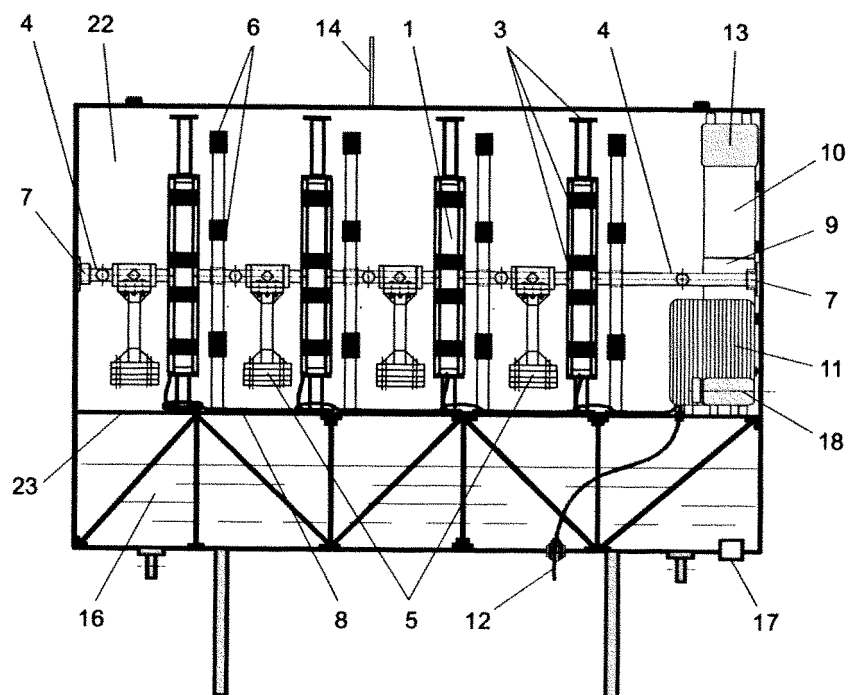


Figura 4

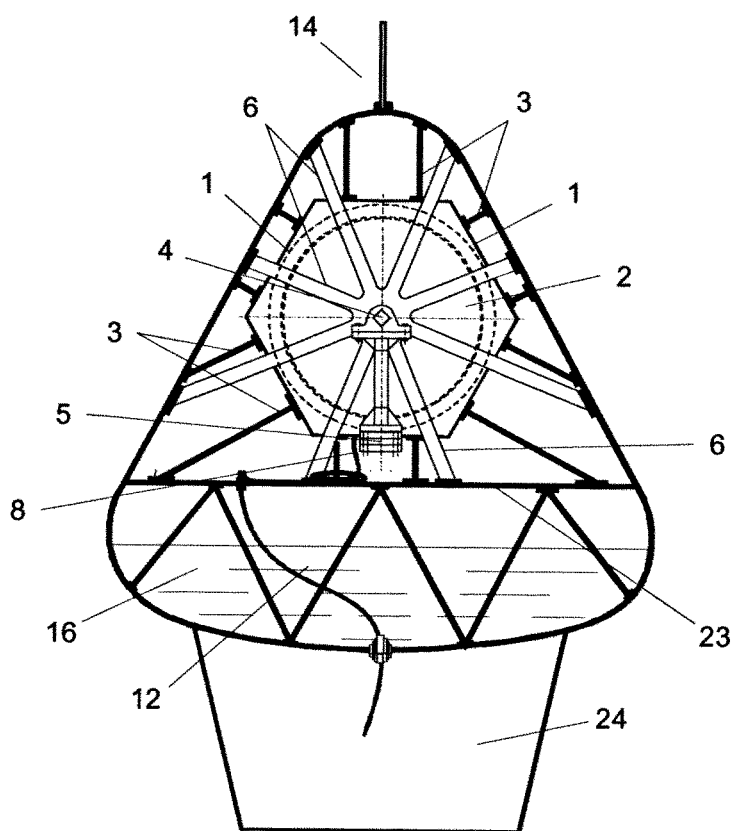


Figura 5

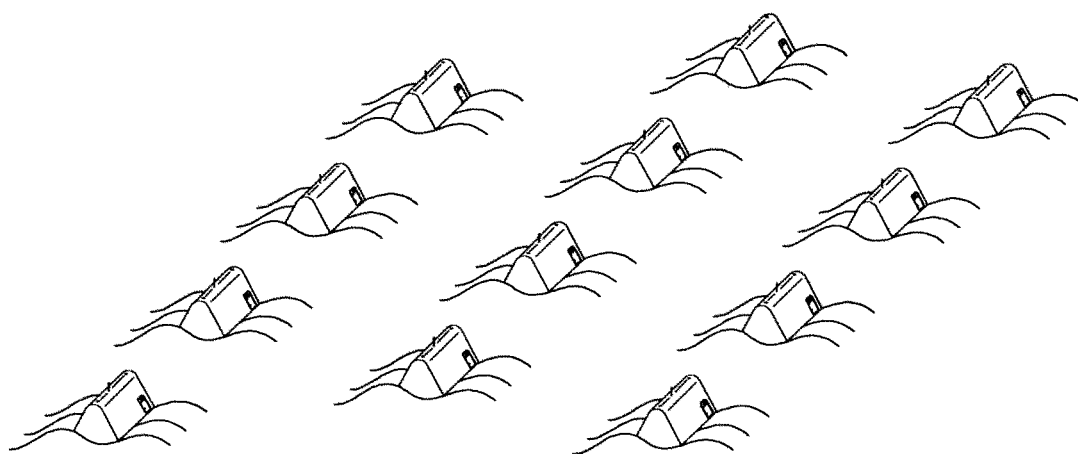


Figura 6



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 312 294

⑫ Nº de solicitud: 200802191

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 18.07.2008

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F03B 13/16** (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 4110630 A (HENDEL et al.) 29.08.1978, resumen; descripción; figuras.	1,3-6
X	US 4191893 A (GRANA et al.) 04.03.1980, resumen; descripción; figuras.	1
A	DE 4338103 A1 (KLEMM WOLF) 11.05.1995, todo el documento.	1,3-7
A	ES 2264621 A1 (UNIV CANTABRIA) 01.01.2007, todo el documento.	1
A	US 4423334 A (JACOBI et al.) 27.12.1983, todo el documento.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
16.01.2009

Examinador
P. Pritz González

Página
1/1